

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN EN EXCEL PARA LA PROGRAMACIÓN,
SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO PARA ESTYMA S.A.

PABLO ÁNGEL PALACIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
UNIVERSIDAD EAFIT
MEDELLÍN
2008

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN EN EXCEL PARA LA PROGRAMACIÓN,
SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO PARA ESTYMA S.A.

PABLO ÁNGEL PALACIO

Proyecto de Grado para optar por el título de:
Ingeniero Mecánico

Asesor:
Ing. Juan Santiago Vallejo Jaramillo

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
UNIVERSIDAD EAFIT
MEDELLÍN
2008

CONTENIDO

	pág.
0. PRÓLOGO.....	11
0.1. PRESENTACIÓN.....	11
0.2. JUSTIFICACIÓN.....	12
0.3. OBJETIVO GENERAL.....	13
0.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
0.4.1. Objetivo 1.....	13
0.4.2. Objetivo 2.....	13
0.4.3. Objetivo 3.....	13
0.4.4. Objetivo 4.....	13
0.4.5. Objetivo 5.....	14
1. LA EMPRESA Y LAS MÁQUINAS.....	15
1.1. OBJETIVO.....	15
1.2. INTRODUCCIÓN.....	15
1.3. HISTORIA DE LA EMPRESA.....	15
1.4. LOS EQUIPOS.....	17
1.4.1. Bombas de concreto.....	17
1.4.2. Camiones.....	18
1.4.3. Cargadores.....	19
1.4.4. Compactadores.....	19
1.4.5. Compresores.....	20
1.4.6. Excavadoras de orugas.....	21
1.4.7. Manipuladores telescópicos.....	22
1.4.8. Grúas.....	23
1.4.9. Motoniveladoras.....	23
1.4.10. Motosoldadores.....	24

1.4.11.	Generadores eléctricos.....	24
1.4.12.	Terminadoras asfálticas.....	25
1.4.13.	Retroexcavadoras.....	26
1.4.14.	Tractores sobre orugas.....	26
1.4.15.	Volquetas.....	27
1.4.16.	Plantas de procesos	28
1.5.	CONCLUSIONES	28
2.	CATÁLOGOS Y FORMATOS.....	29
2.1.	OBJETIVO.....	29
2.2.	INTRODUCCIÓN.....	29
2.3.	CATÁLOGOS DE FABRICANTES.....	29
2.3.1.	Manual de partes	29
2.3.2.	Operación y mantenimiento.....	31
2.3.3.	Manual de servicio	32
2.4.	FORMATOS	35
2.4.1.	Datos básicos	35
2.4.2.	Mantenimientos preventivos	36
2.4.3.	Insumos	37
2.4.4.	Reparaciones mayores	37
2.4.5.	Análisis de muestras.....	37
2.4.6.	Envíos.....	37
2.4.7.	Anexos.....	38
2.5.	CONCLUSIONES	39
3.	MANTENIMIENTO.....	40
3.1.	OBJETIVO.....	40
3.2.	INTRODUCCIÓN.....	40
3.3.	HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	40
3.4.	TIPOS DE MANTENIMIENTO	42
3.4.1.	Mantenimiento correctivo.....	43

3.4.2.	Mantenimiento preventivo	44
3.4.3.	Mantenimiento condicional	45
3.5.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	47
3.5.1.	Confiabilidad	49
3.5.2.	Mantenibilidad	50
3.5.3.	Disponibilidad	52
3.5.4.	Utilización	53
3.6.	ANTECEDENTES EN LA EMPRESA	53
3.7.	CONCLUSIONES	55
4.	APLICACIÓN DE EXCEL	56
4.1.	OBJETIVO	56
4.2.	INTRODUCCIÓN	56
4.3.	EXCEL	56
4.4.	APLICACIÓN EN EXCEL	58
4.4.1.	Datos básicos	59
4.4.2.	Cronograma general	59
4.4.3.	Horas trabajadas	60
4.4.4.	Flotas	62
4.5.	MANUAL	67
4.6.	CONCLUSIONES	67
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1.	OBJETIVO	69
5.2.	INTRODUCCIÓN	69
5.3.	CONCLUSIONES	69
5.4.	RECOMENDACIONES	71
5.5.	POSIBLES PROYECTOS	72
	BIBLIOGRAFÍA	73
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	REFERENCIAS INTERNET	74

ANEXOS	76
ANEXO A. MANUAL DE USUARIO.....	76

ILUSTRACIONES

pág.

Ilustración 1. Bomba de concreto estacionaria.	18
Ilustración 2. Camión bomba de concreto.....	18
Ilustración 3. Cargador de llantas.	19
Ilustración 4. Vibrocompactador.....	20
Ilustración 5. Compresor de tornillo.	21
Ilustración 6. Excavadora de orugas.....	22
Ilustración 8. Manipulador telescópico.....	22
Ilustración 7. Grúa hidráulica.	23
Ilustración 9. Motoniveladora.	24
Ilustración 10. Planta eléctrica	25
Ilustración 12. Terminadora asfáltica.	25
Ilustración 11. Retroexcavadora.	26
Ilustración 13. Tractor de orugas.	27
Ilustración 14. Volqueta doble troque.....	27
Ilustración 15. Planta de trituración.....	28
Ilustración 16. Manual de partes.....	30
Ilustración 17. Manual de operación y mantenimiento.	31
Ilustración 18. Desarmado y armado.	32
Ilustración 19. Diagramas.	33
Ilustración 20. Especificaciones.....	33
Ilustración 21. Pruebas y ajustes.	34
Ilustración 22. Operación de sistemas.....	35
Ilustración 23. Datos básicos.	36
Ilustración 24. Mantenimientos preventivos.....	36

Ilustración 25. Análisis de muestras.....	37
Ilustración 26. Orden de despacho.	38
Ilustración 27. Orden de transporte.....	38
Ilustración 28. Menú principal.	58
Ilustración 29. Datos básicos.	59
Ilustración 30. Cronograma general.....	60
Ilustración 31. Horas trabajadas.	61
Ilustración 32. Tabla dinámica.	61
Ilustración 33. Indicadores.	62
Ilustración 34. Flotas.....	63
Ilustración 35. Listado de maquinaria.	65
Ilustración 36. Control de mantenimiento.....	66
Ilustración 37. Mantenimiento preventivo.....	67

0. PRÓLOGO

0.1. PRESENTACIÓN

El proyecto pretende desarrollar una aplicación en Excel para la programación, seguimiento y control de mantenimiento que será utilizado en Estyma S.A., una compañía de construcción de vías, túneles y puentes, que posee más de 120 máquinas, las cuales se encuentran en diferentes obras, ya sea propia, de un consorcio o alquilada.

En todas las empresas es necesaria la realización del mantenimiento preventivo de la maquinaria con el fin de garantizar su disponibilidad para el cumplimiento de las actividades programadas. Lo que implica labores de mantenimiento cada determinado número de horas trabajadas para conservar la maquinaria en buen estado previniendo los daños más frecuentes que estas presentan, y visualizando los mantenimientos futuros, para contar con todos los materiales necesarios en el momento de la intervención, efectuando los mantenimientos oportunamente y evitando sobre costos por mantenimientos correctivos.

Existen en el mercado muchos programas que sirven para el control del mantenimiento de diferentes tipos de máquinas, unos especializados y otros genéricos. La información recopilada sirve para analizar los diferentes enfoques, que permitan un diseño óptimo, con el fin de proyectar ideas nuevas que faciliten el trabajo de consecución de datos, en las labores de mantenimiento.

Como las obras en las cuales se encuentra la maquinaria no siempre se ubican en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, debe existir una comunicación constante entre el taller y dichas obras.

El trabajo pretende orientar el proceso metodológico de diseño, de un modelo funcional de una aplicación para mantenimiento, que para la situación de la empresa es necesario, ya que este facilitaría el control de las labores de mantenimiento dentro de la empresa y en las obras, disminuyendo tiempos, que se traducen a dinero.

La labor de mantenimiento necesita una solución con los diferentes conceptos aprendidos sobre mantenimiento, con una óptima aplicación de los principios de mantenimiento preventivo, predictivo y demás temas necesarios aprendidos durante la carrera, para desarrollar una aplicación con un excelente desempeño y facilidad de manejo.

0.2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto busca aplicar los conocimientos adquiridos directamente en la industria.

La propuesta de proyecto surge de la necesidad de Estyma S.A. de implementar un programa de mantenimiento para la maquinaria que permita un monitoreo de esta, el cual se pueda conocer el estado presente y futuro de las máquinas involucradas.

El plan de mantenimiento es la base centrada en la reducción de costos y obtención de beneficios económicos para la empresa, en la minimización de inventarios de repuestos debido a la estandarización, uniformidad y métodos estratégicos de control.

0.3. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una aplicación en Excel funcional para el mantenimiento de la maquinaria pesada para Estyma S.A., que sea una herramienta efectiva en su control, ayude a aumentar la disponibilidad y vida útil de la máquina, además que sea fácil de manejar para cualquier persona.

0.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

0.4.1. Objetivo 1

Conocer los equipos existentes en la empresa para determinar con que equipos se cuenta para desarrollar la aplicación para la programación, seguimiento y control del mantenimiento.

0.4.2. Objetivo 2

Comprender los manuales de los diferentes fabricantes y formatos de calidad utilizados en la empresa para adherirlos al programa y este funcione según las normas de calidad de la empresa.

0.4.3. Objetivo 3

Comprender las necesidades de mantenimiento en la empresa en cuanto a proceso de información, programación, seguimiento e indicadores que permitan guiar el proceso de diseño de una aplicación en Excel.

0.4.4. Objetivo 4

Diseñar una aplicación en Excel que permita programar, hacer seguimiento y obtener indicadores de los equipos con su respectivo manual de ayuda al usuario.

0.4.5. Objetivo 5

Concluir los principales resultados del desarrollo de la aplicación en Excel para la programación, seguimiento y control del mantenimiento y su aporte en el desarrollo de la empresa.

1. LA EMPRESA Y LAS MÁQUINAS

1.1. OBJETIVO

Conocer los equipos existentes en la empresa para determinar con que equipos se cuenta para desarrollar la aplicación para la programación, seguimiento y control del mantenimiento.

1.2. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se divide en dos partes: la empresa y los equipos. En la primera se estudia la historia de la empresa, desde sus inicios hasta ahora, contando las obras en las cuales ha estado y que reconocimientos ha tenido a través del tiempo.

En la segunda parte se conoce el tipo de maquinaria que posee la empresa, diciendo su función y trabajo principal.

1.3. HISTORIA DE LA EMPRESA

La empresa ESTYMA S.A. Estudios y Manejos, inicia sus actividades en Colombia, desde 1986 en la ciudad de Medellín, como empresa dedicada a proyectos de ingeniería civil y afines, al desarrollo de actividades de exploración, explotación, beneficio y transformación de minerales para su propio aprovechamiento ó para terceros, la construcción de todo tipo de obras públicas y privadas y a la elaboración de estudios relacionados con proyectos de ingeniería en todas sus ramas.

Actualmente desarrolla obras contratadas con entidades públicas y privadas, con especialidad en las obras subterráneas y construcción de vías y carreteras, pavimentos, movimientos de tierra, obras de concreto y puentes, certificada por la Cámara de Comercio del Aburra Sur.

Para atender la construcción de obras subterráneas y minería, Estyma S.A. y construcciones el Cóndor S.A., cada una con participación del 50% a través de las empresas y sus accionistas, se creó Tunelesa S.A. en el año 1994. Durante los siete años de vida de la empresa se construyen importantes obras hidroeléctricas, túneles, viales y se desarrollan algunos proyectos de minería. Posteriormente se lleva a cabo la escisión de Tunelesa, con Estyma como beneficiaria, de esta manera asumió directamente el segmento de las obras subterráneas.

En el desarrollo de sus obras Estyma S.A., tiene adoptada una filosofía de gestión de la calidad, donde la empresa debe alcanzar altos niveles en la ejecución de las obras, lo cual involucra tener los recursos suficientes para dar cumplimiento a los requisitos exigidos, exigiéndolos también a sus subcontratistas.

Desde septiembre de 1998, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, le otorga el certificado de Gestión de Calidad N° 117-1 en la norma NTC-ISO 9002/94, para la línea de servicio de construcción de obras civiles. En el mes de septiembre de 2000 fue ratificada en la auditoria de renovación de la norma NTC-ISO 9001 versión 2000, en la línea de Construcción de obras de infraestructura vial, obras de urbanismo, túneles, viaductos y redes.

En el año 2001 se le otorga a la empresa Conconcreto S.A. el premio Nacional de Ingeniería a la mejor obra construida en el País cuyo objeto fue la terminación de la construcción del Túnel de Buenavista, en la carretera Bogotá, Villavicencio, con una longitud de 4.5 Km. y una sección promedio de 81 m², y el cual fue entregado por la Sociedad Colombiana de Ingeniería en el mes de Julio de 2002, en este

acto se hizo mención al subcontratista principal del contrato, consorcio El Cóndor S.A. – Tunelesa S.A. – Estyma S.A., el cual tuvo una participación el 49% sobre el valor total del contrato.

En septiembre de 2006, nuevamente Asocreto¹ hizo reconocimiento a la empresa, por la construcción de los puentes vehiculares intersección de la Avenida Suba con Avenida Boyacá – sistema de dovelas sucesivas con formaletas móviles para puentes. Dicha obra fue construida en Consorcio con la firma Arquitectos e Ingenieros Asociados – A.I.A. S.A², con una participación del 50%.

1.4. LOS EQUIPOS

La empresa cuenta con una gran cantidad de tipos de máquinas, para comodidad se han dividido en diferentes flotas.

1.4.1. Bombas de concreto

En Estyma S.A. hay de dos tipos de bombas: estacionarias y en camiones. Las bombas son un equipo para impulsar el hormigón utilizado en la construcción, además de las actividades de un camión mezclador, principalmente en grandes edificios pero también son utilizadas en inyección de lechadas, mortero reforzado con fibras, para inyectar cemento o mezclas especiales.

¹ Asoconcreto: Asociación Colombiana de Productores de Concreto.

² A.I.A.: Arquitectos e Ingenieros Asociados S.A.

Ilustración 1. Bomba de concreto estacionaria.



Archivo Estyma S.A.

Ilustración 2. Camión bomba de concreto.



Archivo Estyma S.A.

1.4.2. Camiones

En la empresa existen varios tipos de camiones: tanques para el transporte y riego de vías, camiones rígidos para el transporte de material pesado al interior de la obra y vehículos livianos para el transporte de insumos entre proveedores y diferentes frentes de la obra.

1.4.3. Cargadores

Estas máquinas pueden ser movidas con llantas o con oruga y sirven como su nombre lo dice para cargar material de un lugar a otro, también sirven para hacer excavaciones de terrenos relativamente sueltos, aunque no sean las más eficientes ya que no pueden bajar mucho el balde con relación a sus ruedas, también sirven para la alimentación de sistemas de transporte ya sea en volquetas, en bandas transportadoras o tolvas de trituración. Su trabajo también depende del accesorio que se le instale. Posee una dirección articulada, lo que reduce su radio de giro y le permite cargar más cantidad de peso.

Ilustración 3. Cargador de llantas.



Archivo Estyma S.A.

1.4.4. Compactadores

Los compactadores pueden ser de llantas o vibratorios, los primeros sirven para compactar y sellar el pavimento y los vibratorios poseen una excéntrica dentro de un rodillo para crear la vibración con la cual compactan las superficies que sea necesarias. Ambos tipos de máquina utilizan su propio peso también para la compactación.

Ilustración 4. Vibrocompactador.



Archivo Estyma S.A.

1.4.5. Compresores

Es una máquina está construida con el fin de aumentar la presión de aire por medio de dos tornillos que generan un flujo continuo de fluido. Se utilizan comúnmente para alimentar herramientas o máquinas neumáticas como rompedores de pavimento o *track drills* de perforación.

Ilustración 5. Compresor de tornillo.



Archivo Estyma S.A.

1.4.6. Excavadoras de orugas

Es la máquina más representativa en el medio de la construcción, ya sea dentro o fuera de la ciudad y también en obras subterráneas. Esta máquina está diseñada para trabajos de excavaciones, demoliciones, manejo y clasificación de material, levantamiento pesado, minería, paisajismo y dragado de ríos, posee gran versatilidad en terrenos complicados de lodo, rocas o ríos. El brazo que posee se asemeja mucho a los movimientos de un brazo humano. En este tipo de excavadoras se pueden instalar gran variedad de herramientas como lo son martillos de percusión para demoliciones o rompimiento de roca, garras, desgarradores, pinzas, compactador de vibraciones, etc.

Posee un giro de 360° y diferentes velocidades de translación, con dos cadenas con dentado perpendicular al movimiento dando más agarre al terreno.

Ilustración 6. Excavadora de orugas.



Archivo Estyma S.A.

1.4.7. Manipuladores telescópicos

Los manipuladores telescópicos son máquinas automotrices equipadas con una pluma de elevación telescópica, en cuyo extremo se pueden incorporar diferentes implementos que los convierten en equipos muy versátiles (COAAT@,2008).

Ilustración 7. Manipulador telescópico.



Archivo Estyma S.A.

1.4.8. Grúas

Una grúa es una máquina de elevación destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho, se utilizan básicamente para el movimiento de objetos pesados como contenedores y materias primas para la construcción.

Ilustración 8. Grúa hidráulica.



Archivo Estyma S.A.

1.4.9. Motoniveladoras

Es una máquina con tres con una cuchilla en el medio, se utiliza para mezclar los terrenos, cuando provienen de lugares diferentes, para darle una granulometría uniforme, y disponer las camadas en un espesor conveniente para ser compactadas, para hacer zanjas de drenaje y para perfilar los taludes tanto de rellenos como de cortes (MOTO@,2008).

Ilustración 9. Motoniveladora.



Archivo Estyma S.A.

1.4.10. Motosoldadores

Se consideran un equipo menor, sirven para hacer soldaduras por arco eléctrico, funcionan básicamente con un motor diesel conectado a un generador el cual forma una carga eléctrica con la cual se hace la soldadura.

1.4.11. Generadores eléctricos

Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica siendo capaces de mantener una diferencia de potencia entre dos puntos.

Ilustración 10. Planta eléctrica



Archivo Estyma S.A.

1.4.12. Terminadoras asfálticas

Son las máquinas que depositan el pavimento sobre la carretera con el espesor adecuado son alimentadas por volquetas, luego la mezcla caliente es compactada por un rodillo para dar un acabado final.

Ilustración 11. Terminadora asfáltica.



Archivo Estyma S.A.

1.4.13. Retroexcavadoras

Son las máquinas más versátiles para los trabajos, poseen en su parte delantera un cucharón de cargador y en su parte trasera tienen un brazo de excavadora, poseen gran maniobrabilidad en espacios reducidos, cumpliendo a cabalidad el trabajo de sus dos cuerpos pero a menor capacidad.

Ilustración 12. Retroexcavadora.



Archivo Estyma S.A.

1.4.14. Tractores sobre orugas

Estos son utilizados en construcción para el movimiento de tierras por medio de una cuchilla u hoja solidaria con la máquina, lo cual, permite abrir caminos o despejar áreas que antes eran inaccesibles. Por moverse sobre orugas y su gran fuerza son capaces entrar en terrenos muy abruptos. Tienen una cuchilla con la cual empuja el material y un *ripper* que sirve para desgarrar el terreno.

Ilustración 13. Tractor de orugas.



Archivo Estyma S.A.

1.4.15. Volquetas.

Son para el transporte y cargue de material suelto en largas distancias, en la empresa hay de dos tipos sencilla y doble troque.

Ilustración 14. Volqueta doble troque.



Archivo Estyma S.A.

1.4.16. Plantas de procesos

Las plantas de trituración sirven para fraccionar material y dejarlo de un tamaño deseado y las plantas de asfalto mezclan los componentes que se necesitan para hacer el pavimento.

Ilustración 15. Planta de trituración.



Archivo Estyma S.A.

1.5. CONCLUSIONES

La empresa cuenta con gran cantidad de máquinas para el ramo en el cual se desempeña, por esto puede cubrir todo tipo de obra ya sea de excavación de túneles, levantamiento de puentes, construcción de vías, etc.

La empresa cuenta con reconocimiento a nivel nacional por su variedad de obras realizadas a lo largo del país.

2. CATÁLOGOS Y FORMATOS

2.1. OBJETIVO

Comprender los manuales de los diferentes fabricantes y formatos de calidad utilizados en la empresa para adherirlos al programa y este funcione según las normas de calidad de la empresa.

2.2. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se estudiarán los diferentes tipos de catálogos que se manejan dentro de la empresa como guía de la maquinaria y qué tipo de información contiene cada uno de ellos. También se tratará sobre los formatos que se manejan al interior de la empresa para el manejo de la maquinaria.

2.3. CATÁLOGOS DE FABRICANTES

Los catálogos son fundamentales para el buen manejo, mantenimiento, armado y desarmado de todas las máquinas. Los fabricantes comúnmente tienen tres tipos de catálogos por máquina: manual de partes, de operación y mantenimiento y manual de servicio.

2.3.1. Manual de partes

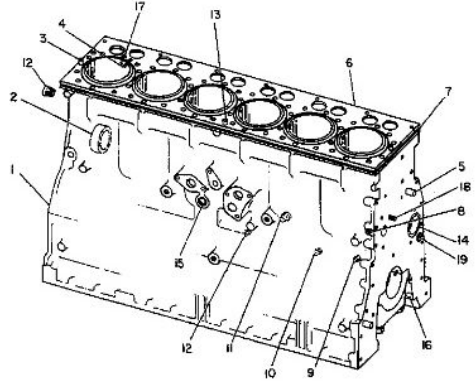
Las diferentes máquinas se identifican con números de identificación del producto o pin. Algunos componentes incluidos en la máquina pueden estar identificados con números de serie. Las máquinas y motores se identifican además con números de configuración y en algunos casos, números de modificación.

También se puede observar una lista de los números de piezas utilizadas frecuentemente para mantenimiento, que incluye la descripción, cantidad necesaria, lugar de utilización y el número de la página.

Las listas están compuestas por diferentes columnas:

- El índice numérico de piezas que hace referencia al número que pertenece en la gráfica.
- Números de referencia: estos corresponden a los números para la identificación de la pieza para ser pedido al proveedor.
- Nombre: esta columna muestra el nombre de la pieza.
- Cantidad: muestra la cantidad de piezas que lleva el elemento.
(Caterpillar,2003, A26)

Ilustración 16. Manual de partes.



NOTE	REF. NO.	PART NUMBER	QTY	PART NAME	NOTE	REF. NO.	PART NUMBER	QTY	PART NAME
CY	1	7N8550	1	CYLINDER BLOCK AS					
	2	7M4046	4	BEARING-SLEEVE					
	3	8K1207	2	DOWEL					
	4	3S5496	1	SEAL-O-RING					
C	5	8B6349	2	DOWEL					
	6	7N7566	1	PLATE-BLOCK					
	7	7N7546	1	GASKET-PLATE					
	8	5M6214	1	PLUG-PIPE					
C	9	7N3171	1	PLUG-PIPE					
	10	5M6213	4	PLUG					
	11	8M9307	1	PLUG-DRAIN					
	12	6F7062	1	WASHER					
C	13	2B0858	3	PLUG-PIPE					
	14	567652	2	DOWEL					
	15	8N4110	1	BEARING-SLEEVE					
	16	4B5387	1	PLUG-CUP					
C	17	4B9782	1	BALL					
	18	1S9540	1	DOWEL					
	19	5S8462	1	STUD					
	19	4B3938	1	PLUG-CUP					

C-CHANGE FROM PREVIOUS TYPE
 Y-SEPARATE ILLUSTRATION

Caterpillar, 2003

2.3.2. Operación y mantenimiento

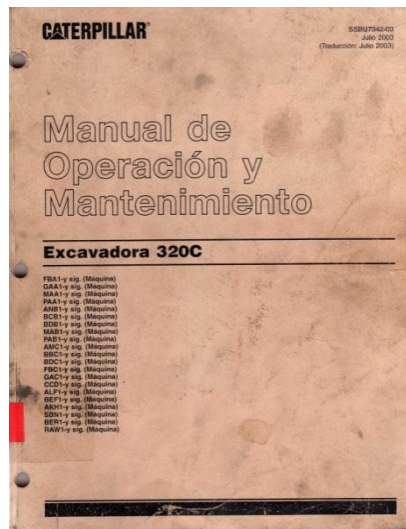
Este manual contiene información sobre seguridad, instrucciones de operación, información sobre transporte, lubricación y mantenimiento.

Seguridad: la sección de seguridad da una lista de las precauciones básicas de seguridad. Además esta sección identifica el texto y la ubicación de las etiquetas de advertencias que se usan en la máquina.

Operación: es una referencia para el operador, incluye una explicación de los medidores, interruptores, controles de la máquina, controles de los accesorios y la información necesaria para el transporte en remolque.

Mantenimiento: es una guía para el cuidado del equipo. Las instrucciones, ilustradas paso a paso, están agrupadas por intervalos de servicio (Caterpillar, 2003, 4).

Ilustración 17. Manual de operación y mantenimiento.



Caterpillar, 2003.

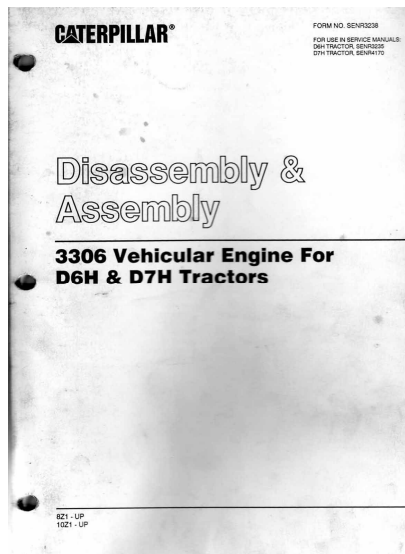
2.3.3. Manual de servicio

El manual de servicio se divide en varias partes: desarmado y armado, diagramas, especificaciones, especificaciones de pares de apriete, pruebas y ajustes, localización y solución de problemas y operación de sistemas.

- Desarmado y armado

En esta sección se describe paso a paso como se debe montar y desmontar las diferentes partes de la máquina, que herramientas se deben utilizar para un correcto ensamble y desensamble sin dañar ninguna pieza.

Ilustración 18. Desarmado y armado.

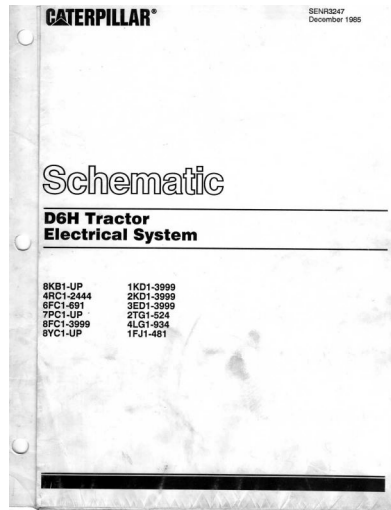


Caterpillar, 1986.

- Diagramas

Se muestran los diferentes planos hidráulicos, neumáticos y eléctricos de las máquinas.

Ilustración 19. Diagramas.

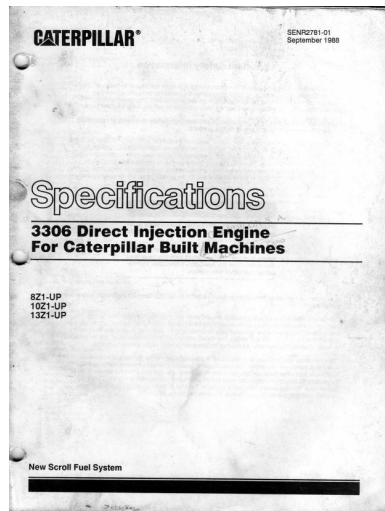


Caterpillar, 1985

- Especificaciones

En esta unidad se muestran las especificaciones de los componentes de los equipos como dimensiones totales, distancias mínimas y máximas de desgaste, presiones, torques y como medir cada uno de estas variables.

Ilustración 20. Especificaciones.



Caterpillar, 1988

- Especificaciones de pares de apriete

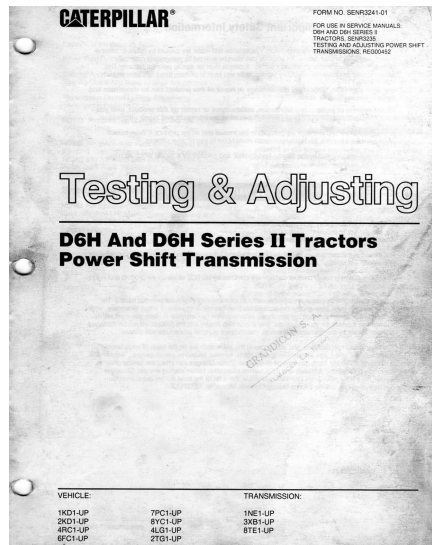
Este manual está destinado a proporcionar una referencia para el operador. Este manual proporciona los ajustes de par de apriete estándar para: pernos, tuercas, tapones, conexiones y abrazaderas.

Las excepciones aparecen en el manual de especificaciones.

- Pruebas y ajustes

Esta sección sirve para ajustar la máquina por medio de pruebas en los principales sistemas.

Ilustración 21. Pruebas y ajustes.



Caterpillar, 1991

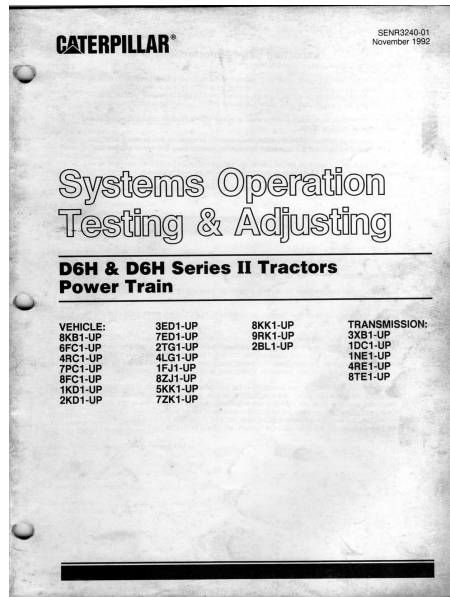
- Localización y solución de problemas.

Esta sección es un cazafallas donde se tiene un problema y salen las posibles causas de este, diciendo que puede estar fallando y como solucionarlo.

- Operación de sistemas.

Explica como funcionan cada uno de los sistemas paso a paso y como son todos los flujos dentro de los mecanismos.

Ilustración 22. Operación de sistemas.



Caterpillar, 1992.

2.4. FORMATOS

En mantenimiento se utilizan diferentes formatos que se llevan en la hoja de vida de la máquina que consta de diferentes partes: datos básicos, mantenimientos preventivos, insumos, reparaciones mayores, análisis de muestras de aceite, envíos y anexos.

2.4.1. Datos básicos

En esta hoja se encuentran los datos de una máquina como series de chasis y motor, placas, color, dimensiones, componentes, filtros y lubricantes.

Ilustración 23. Datos básicos.

estyma s.a.		DATOS BÁSICOS DE LA MAQUINARIA	
CÓDIGO MAQUINA: CLC-12		DESCRIPCION: CARGADOR CATERPILLAR	
FECHA: 26 de julio 2006			
DATOS GENERALES DEL EQUIPO			
MARCA: CATERPILLAR	MODELO: 950 E	SERIE CHASIS: 63R-09163	AÑO: 1991
COLOR: AMARILLO	PLACAS:		
FECHA DE COMPRA:	TARJETA DE PROPIEDAD:	MANIFIESTO DE ADUANA:	
PÓLIZA DE SEGURO:	RADICADO:		
DATOS DE MOTOR			
MARCA: CATERPILLAR	MODELO: 3304 DI	SERIE: 62248950	APREGLO: 6C 2592
POTENCIA: 110 HP	TIPO COMBUSTIBLE: ACPM	CONSUMO PROMEDIO HORA: 4 GL	
SERIE EQUIPOS ADICIONALES			
SISTEMA HDCC: 6351633-	TRANSMISIÓN MECÁNICA: 6C2474	MOTOR ARRANQUE: DELCO REMY 24 V	
DIFERENCIALES: 4V786	DIMENSIÓN LLANTAS DELANT: 23.5 X 25 MICHELIN	MARCA ALTERNADOR: DELCO REMY 24 V	
EQUIPO BULDOZER: NO APLICA	DIMENSIÓN LLANTAS TRASE: 23.5 X 25 MICHELIN	TIPO DE BATERÍA: 4D	
TRANSMISIÓN HDCA: NO APLICA	CANTIDAD BATERÍAS: 2		
DIMENSIONES BÁSICAS			
LARGO: 7640mm	ANCHO: 2750 mm	ALTURA: 3520 mm	CAPACIDAD: 2.5 M3
PESO: 15856 KG	VOLUMEN:		
FILTROS		LUBRICANTES	
MOTOR	REFERENCIAS: B 76+PER 68+1F8729	CANTIDAD: 1	
HIDRAULICO	REFERENCIAS: LH 546+1F10746+PT83	CANTIDAD: 2	
	REFERENCIAS: 15 V 40	CANTIDAD: 5,7 GL	
	REFERENCIAS: PRANDO 68	CANTIDAD: 21,6 GL	

2.4.2. Mantenimientos preventivos

Es un *check list* de acciones que se le deben hacer a la máquina en los mantenimientos preventivos como cambios de aceite, filtros y revisiones.

Ilustración 24. Mantenimientos preventivos.

GUIA DE MANTENIMIENTO		FECHA: 3-11-2007			
EQUIPO : EXCAVADORA		NUMERO INTERNO: _E0C-14			
C = CAMBIAR R = REVISAR E = EJECUTAR		HOROMETRO: 8292			
		B2			
ITEM	FUNCION	ESPECIFICACIONES	250	500	1000
1	LIMPIEZA GENERAL DE EQUIPO		E	E	E
2	CAMBIO DE ACEITE MOTOR		C	C	C
3	CAMBIO FILTRO ACEITE MOTOR		C	C	C
4			C	C	C
5	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA		R	C	C
6	REV / CAMBIAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		C	C	C
7	CAMBIA FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		R	R	C
8	LIMPIAR TAPA Y REJILLA TANQUE COMB.		E	E	E
9	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		E	E	E
10	REV / CAMBIAR REFRIGERANTE		R	R	C
11	REV / AJUSTAR CORREAS VENT. Y ALT.		R	R	R
12	AJUSTAR VALVULAS DE MOTOR				E
13	SINCRONIZACION DE INYECCION			C	C
14	CAMBIA FILTROS HIDRAULICOS		R	R	C
15	REV / CAMBIAR ACEITE HIDRAULICO		R	R	C
16	REV / CAMBIAR ACEITE MANDOS FINALES.		R	R	C
17	REV / CAMBIAR ACEITE MOTOR DE GIRO		R	R	R
18	REV / TENSION DE CADENAS Y CARRILES				E
19	RETORQUEADA GENERAL DE TORNILLERIA		E	E	E
20	REV / LIMPIAR BATERIAS Y NIVELAR ELECTROLITO		E	E	E

2.4.3. Insumos

Mensualmente el almacén pasa un informe de los insumos y servicios externos que consume un equipo en el mes con costos, cantidades y lugar de compra o servicio.


2.4.4. Reparaciones mayores

Es un formato llenado por los mecánicos luego de hacer una reparación en donde explican que se le hizo a la máquina y en las condiciones que quedó.

2.4.5. Análisis de muestras

Cuando se realiza un mantenimiento se obtienen las muestras de aceite que son evaluadas por el proveedor de lubricantes de la empresa y muestra el estado del componente al que se le extrajo la muestra.

Ilustración 25. Análisis de muestras.



ESTYMA LTDA.
Contact: Carlos Angel
Address: CARRERA 43 B NO.168-80 OF.603
MEDELLIN
Colombia
Phone: +572887272
E-Mail: estymacompras@une.net.co

Unit Info:

Unit ID:	CLC-06MOT
Comp Desc:	Motores de Combustion Interna-Diesel Cuatro Tiempos-MOTOR
Comp Make/Model:	Caterpillar. 16H
Lab No.:	805759

Evaluator Comment (Sample ID: 66662)

Las pruebas realizadas se encuentran dentro de los rangos normales establecidos, presentando buen estado.

Sample ID	Date Taken	Date Rec	Date Rpt	Date Posted	Oil Miles	Comp Miles	Fluid Brand/Type	Condition
66662	2007/12/10	2008/01/16	2008/01/21	2008/01/23	250	N/A	URSA SUPER TD SAE 15W/40	NORMAL

Fluid Physical Properties:

Sample ID	VISC40	VISC100	WATER	SOOT	SOLIDS	FUEL	GLYCOL	NITR	OXID	TAN	TBN
66662	106.2	N/A	N.D.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7.1

Spectro Results:

Sample ID	FE	CR	PB	CU	SN	AL	NI	AG	MN	SI	B	NA	MG	CA	BA	P	ZN	MO	TI	V	K
66662	58	1	3	4	N.D.	2	N/A	N/A	N/A	9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Additional Tests:

Sample ID	APPEAR	SETA
66662	Negro	Mayor de 200

Historical Comments:

Sample ID	Comment
66662	(see above under 'Evaluator Comment')

2.4.6. Envíos

Cuando la máquina es despachada para alguna obra va acompañada de una orden de envío, orden de transporte y un *check list* del estado de la maquinaria.

Ilustración 26. Orden de despacho.

estyma s.a.		ORDEN DE DESPACHO					
Fecha: 15 de enero de 2008							
EQUIPO A DESPACHAR							
CÓDIGO INT:	CTG-01	TIPO:	COMPRESOR	MARCA:	GARDNER DENVER	MODELO:	SP600DK/3
SERIE:	W22072			MOTOR:	CATERPILLAR MODELO: 3306 SERIE 66D45409		
LARGO:	5000 mm	ANCHO:	2340 mm	ALTO:	2630 mm	PESO:	4100 Kg
LUGAR ORIGEN DE LA MÁQUINA				LUGAR DE DESTINO DE LA MÁQUINA			
OBRA:	SANTA ELENA			OBRA:	TALLER CENTRAL		
DIRECCIÓN:	SANTA ELENA			DIRECCIÓN:	SABANETA		
TELÉFONO:				TELÉFONO:	2 88 87 59		
ENCARGADO DE DESPACHO:	ANTONIO FLOREZ			ENCARGADO DE RECIBO:	PABLO ANGEL		
INGENIERO A CARGO:	MERILLY GARZON HERNANDEZ			INGENIERO A CARGO:	JUAN JOSÉ BARRERA		
ELEMENTOS ADICIONALES PARA ENVIAR				OBSERVACIONES			

Ilustración 27. Orden de transporte.

estyma s.a.		ORDEN DE TRANSPORTE					
Fecha: 15 enero de 2008							
TRANSPORTADOR:	TRANS GAVIRIAS						
NIT:	900214659-4						
DIRECCIÓN:	CALLE 85 No 77-85						
TELÉFONO:	234 87 98						
EQUIPO TRANSPORTADO							
CÓDIGO INT	CTG-01	TIPO:	COMPRESOR R	MARCA:	GARDNER DENVER	MODELO:	SP600DK/3
SERIE:	W22072			MOTOR:	CATERPILLAR MODELO: 3306 SERIE 66D45409		
LARGO:	5000 mm	ANCHO:	2340 mm	ALTO:	2630 mm	PESO:	4100 Kg
LUGAR ORIGEN DE LA MÁQUINA				LUGAR DE DESTINO DE LA MÁQUINA			
OBRA:	SANTA ELENA			OBRA:	TALLER CENTRAL		
DIRECCIÓN:	SANTA ELENA			DIRECCIÓN:	SABANETA		
TELÉFONO:				TELÉFONO:	2 88 87 59		
ENCARGADO DE DESPACHO:	ANTONIO FLOREZ			ENCARGADO DE RECIBO:	PABLO ANGEL		
INGENIERO A CARGO:	MERILLY GARZON HERNANDEZ			INGENIERO A CARGO:	JUAN JOSÉ BARRERA		
PARA SER DILIGENCIADO POR EL TRANSPORTADOR							
VEHÍCULO TRANSPORTADO: CAMIÓN BASCULANTE							
PLACA:	OKA 630	SERIE:	AJF8VP22368	MOTOR:			
PLACA DEL REMOLQUE:	R18465	SERIE:					
CONDUCTOR:	LUIS HERNAN HERRERA			C.C.	98.654.402		

2.4.7. Anexos

En esta sección se guardan las improntas del equipo y fotocopia de los papeles.

2.5. CONCLUSIONES

Se comprendió la importancia que tienen los manuales de los fabricantes dentro de las funciones de mantenimiento, comprendiendo su contenido y su uso para las distintas labores que se le realizan a este tipo de maquinaria.

Se observó también que la empresa cuenta con gran cantidad de esta información, pero, aun así no cuentan con todos los manuales.

Se estudiaron los formatos de calidad que maneja la empresa para analizar cuáles de ellos pueden ser incluidos en la aplicación en Excel para la programación, seguimiento y control del mantenimiento dentro de la empresa.

3. MANTENIMIENTO

3.1. OBJETIVO

Comprender las necesidades de mantenimiento en la empresa en cuanto a proceso de información, programación, seguimiento e indicadores que permitan guiar el proceso de diseño de una aplicación en Excel.

3.2. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se basa en el mantenimiento, historia, tipos, indicadores y el mantenimiento dentro de la empresa.

En la primera parte se cuenta una historia breve del mantenimiento en el mundo desde sus inicios, hablando de los tipos de mantenimiento que hay, diciendo de que consta cada uno de estos, también se hace un recorrido por los principales indicadores que se llevan en el mantenimiento. Finalmente se habla de lo que tiene y lo que necesita la empresa y como se maneja el mantenimiento dentro de ella.

3.3. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico-industrial de la humanidad. Al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación o producción.

Con la llegada de la primera guerra mundial y de la implantación de la producción en serie, instituida por la compañía *Ford-Motor Company*, fabricante de vehículos, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sentir la necesidad de crear equipos que pudieran efectuar el mantenimiento de las máquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Para la operación surgió un órgano subordinado, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esa situación se mantuvo hasta la década del año 30, cuando en función de la segunda guerra mundial, y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, la alta administración industrial se preocupó, no solo por corregir fallas, sino evitar que estas ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo de las averías, que completaban tanto el cuadro general de mantenimiento como el de la operación o producción.

Con el desarrollo de la industria por el año de 1950, para atender los esfuerzos de la post-guerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observan que, en muchos casos, el tiempo de paro de la producción, para diagnosticar las fallas, era mayor, que la ejecución de la reparación; esto da lugar a seleccionar un equipo de especialistas para componer un órgano de asesoramiento a la producción que se llamó ingeniería de mantenimiento y recibió los cargos de planear y controlar el mantenimiento preventivo y analizar causas y efectos de las averías.

A partir de 1966, con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final de la década anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento pasa a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento predictivo o previsorio, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. También hay otros tipos de mantenimiento, de precisión, mantenimiento clase mundial y mejora continua (Cursos@2008).

3.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento planeado consta de tareas periódicas asignadas como rutinarias destinadas a conocer y preservar el estado funcional y eficiente de las diferentes partes, de forma sistemática, así como detectar cualquier avería o defecto, con lo que se podrá corregir sin que se produzcan alteraciones que perjudiquen la funcionalidad operativa y de seguridad de las máquinas.

Otro criterio importante es llevar seguimiento de información de las tareas rutinarias, las cuales se crean por medio de las inspecciones periódicas. Esta información es importante llevarla al día, definir la información que es necesaria recoger en cada una de las inspecciones y generar históricos sobre la medida y actuaciones realizadas. También sobre las incidencias y averías que se producen con el fin de realizar estudios que proporcionen información sobre el comportamiento de los equipos.

Para la realización de un buen plan de mantenimiento se deben seguir unos pasos básicos: conocimiento de proceso de producción, definición de proceso más crítico, documentación de los sistemas, la definición de los equipos, de tipos o familias de equipos con mayor riesgo de fallo, análisis de criticidad, caracterización del equipo, la definición de los tipos de mantenimiento, modificaciones de frecuencia y de inspecciones.

La finalidad del mantenimiento programado para diagnóstico es tener los equipos en estado de operación y servicio; no obstante, el fallo esporádico y ocasional puede producirse. El mantenimiento correctivo es de aplicación en la corrección de defectos o reparación de averías y requiere una dotación suficiente de repuestos para la ejecución en el menor tiempo posible.

Según su objetivo, las tareas de mantenimiento se pueden clasificar en las tres siguientes categorías: tareas de mantenimiento correctivo, tareas de mantenimiento preventivo y tareas de mantenimiento condicional.

3.4.1. Mantenimiento correctivo

Las tareas de mantenimiento correctivo son las tareas que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades: detección del fallo, localización del fallo, desmontaje, recuperación o sustitución, montaje, pruebas, verificación (Knezevic, 1996, 51).

El mantenimiento correctivo consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de las máquinas y equipos, y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

El principal inconveniente con que se encuentra en este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento en que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización. Sus características son: está basada en la intervención rápida después de ocurrida la avería, conlleva discontinuidad en los flujos de producción y logísticos, tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada, tiene un bajo nivel de organización, se denomina también mantenimiento accidental.

Este mantenimiento es la intervención necesaria para poder solucionar un defecto, o una falla ya ocurrida, en éste caso las instalaciones, máquinas o equipos operan con deficiencia o directamente no funcionan (Torres, 2005, 123).

3.4.2. Mantenimiento preventivo

La tarea de mantenimiento preventivo es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo. Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de las siguientes actividades de mantenimiento: desmontaje, recuperación o sustitución, montaje, pruebas, verificación.

Las tareas de mantenimiento de este tipo se realizan con el objetivo principal de reducir: el coste de mantenimiento, la probabilidad de fallo.

Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc. Es necesario recalcar que estas tareas se realizan, a intervalos fijos (Knezevic, 1996, 53).

El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.

Es decir, el mantenimiento preventivo, se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos. Es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla. En definitiva, se trata de dotar a la organización, de un sistema que le permita

detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas, una vez que éstas se han producido.

Cualquiera que sea el nivel de mantenimiento preventivo aplicado, subsistirán inexorablemente fallas residuales de carácter aleatorio. Y en forma general, reduciendo los imprevistos o fortuitos, se mejora el clima en cuanto a las relaciones humanas, porque se sabe que cuando sucede algún problema, se crea una tensión a nivel de personas.

Se debe implementar una política de mantenimiento preventivo eficaz, es decir, no se puede hacer el preventivo sin un servicio de métodos que cuantificará el costo directo del mantenimiento, que a su vez permita: la gestión de documentación técnica, preparar intervenciones preventivas, acordar con producción paradas programadas. Es decir, todas las condiciones necesarias para el mantenimiento preventivo (Torres, 2005, 130).

3.4.3. Mantenimiento condicional

Las políticas de mantenimiento preventivo y correctivo han sido preferidas por los directores de mantenimiento. Sin embargo, durante los últimos veinte años, muchas organizaciones industriales han reconocido los inconvenientes de estos métodos. Por tanto, la necesidad de proporcionar seguridad y de reducir el costo de mantenimiento, ha llevado a un interés creciente en el desarrollo de políticas de mantenimiento alternativas. Entonces, el método que parece ser más atractivo para minimizar las limitaciones de las tareas de mantenimiento existentes es la política de mantenimiento condicional, COT (*Conditional Maintenance Task*). Este procedimiento de mantenimiento reconoce que la razón principal para realizar el mantenimiento es el cambio en la condición y/o en las prestaciones, y que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo debe estar basada en el estado real del elemento o sistema. De esta forma, mediante la vigilancia de ciertos parámetros sería posible identificar el momento más conveniente en que se

deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo. Consecuentemente, la tarea de mantenimiento condicional representa una tarea de mantenimiento que se realiza para conseguir una visión de la condición del elemento o sistema, o descubrir un fallo oculto, a fin de determinar, desde el punto de vista del usuario, el curso de acción posterior para conservar la funcionalidad del elemento o sistema.

La tarea de mantenimiento condicional se basa en actividades de vigilancia de la condición que se realizan para determinar el estado físico de un elemento o sistema. El objetivo de la vigilancia de la condición, sea cual sea su forma, es la observación de los parámetros que suministran información sobre los cambios en la condición y/o en las prestaciones del elemento o sistema. La filosofía de la vigilancia de la condición es por tanto la evaluación de la condición en ese momento del elemento o sistema, mediante el uso de técnicas, para determinar la necesidad de realizar una tarea de mantenimiento preventivo, que pueden variar desde los simples sentidos humanos hasta un instrumental complejo.

Una tarea de mantenimiento condicional consta de las siguientes actividades de mantenimiento: evaluación de la condición, interpretación de la condición, toma de decisiones.

Por lo tanto, la tarea de mantenimiento condicional es un reconocimiento de que la principal razón para llevar a cabo el mantenimiento es el cambio en la condición y/o en las prestaciones, y de que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo deben basarse en la condición real del elemento o sistema. Así, gracias a la evaluación de la condición del sistema o elemento mediante la vigilancia de la condición del parámetro o parámetros seleccionados, es posible identificar el instante de tiempo más conveniente en que deben realizarse las tareas de mantenimiento preventivo. En consecuencia, las tareas de mantenimiento preventivo no se realizan mientras sea aceptable la condición del elemento o sistema (Torres, 2005,136).

3.5. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

El análisis del mantenimiento, visto desde un enfoque sistémico, permite obtener una mejor visualización de las interrelaciones dentro de las cuales se desarrolla un proceso CMD; con este enfoque, el departamento de mantenimiento de una empresa no es el único partícipe, sino, que es parte del sistema dentro de la organización fabril. Las relaciones que se producen dentro de tal sistema son las mismas por las que se proporcionan los datos para un análisis CMD (Vallejo, 2004, 22).

La relación entre el mantenedor y la máquina se denomina mantenibilidad, la relación entre el productor y la máquina se conoce como confiabilidad y la relación entre los tres elementos, productor, máquina y mantenedor se define como disponibilidad y es ésta la que en última instancia procuran las dos partes vivas (mantenedor y productor) de la estructura del mantenimiento (Mora, 2005, 34).

El diseño, la supervisión y el mantenimiento de los productos modernos se convierten cada vez más en una tarea difícil, esto es debido al rápido desarrollo en la complejidad de los mismos y la rigurosidad del ambiente en el cual éstos funcionan. El mantenimiento y la confiabilidad son de gran influencia para que los productos queden en condiciones operativas o funcionales correctas.

Productividad y competencia son características de los ambientes donde se desempeñan corporaciones e industrias, las cuáles se ven obligadas a maximizar sus capacidades productivas y minimizar costes operativos. La condición y disponibilidad de sus sistemas productivos juegan un papel decisivo en el éxito de sus negocios.

Para la función mantenimiento, esto significa una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de plantas y equipos industriales, siempre a través de un control efectivo de costes.

El hecho de planificar y programar los trabajos de mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes.

Esto aunado a la mejor práctica de un mantenimiento de Clase Mundial, que establece sistemas integrados, ha conllevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de mantenimiento de planificación empresarial *CMMS*.

El modelo de mantenimiento, a través de *CMMS* permite la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones, tan importantes en las áreas de costes y confiabilidad.

La gerencia de mantenimiento está sustituyendo los viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel. La práctica de ingeniería de confiabilidad, la gestión de activos, la medición de los indicadores y la gestión de la disponibilidad; así como la reducción de los costes de mantenimiento constituyen los objetivos primordiales de la empresa, enfocados a asegurar la calidad de gestión de la organización de mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De esta

manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento (MANTENIMIENTOMUNDIAL@2008).

Estos indicadores son:

3.5.1. Confiabilidad

Los cambios radicales en tecnología han invadido el mundo en los últimos años. Esto ha generado una revolución en el uso de métodos estadísticos para mejorar la calidad de los productos y servicios.

La calidad de un producto terminado se manifiesta en un cambio de enfoque hacia la mejora de la confiabilidad. La confiabilidad se define como la calidad a través del tiempo. El personal administrativo e ingeniería, hasta los mismos consumidores están convencidos que una alta confiabilidad es una característica indispensable para tener la oportunidad de competir en los mercados globalizados, complejos y sofisticados de hoy en día (Escobar y otros, 2003, 21).

La probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado se llama confiabilidad. El estudio de ésta es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

La confiabilidad es la relación de fallas pues se mide a partir del número y duración en operación de las mismas e implica el mejoramiento continuo de la calidad de los productos.

La probabilidad de que un componente o sistema realice su función por un periodo de tiempo dado cuando se usa bajo condiciones establecidas, se conoce como confiabilidad. Esta es la probabilidad de que el equipo no falle en el tiempo (Ebeling, 1997, 50). La confiabilidad es la capacidad que tiene un producto de realizar su función de la manera prevista. (SOLOMANTENIMIENTO@2008).

- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El tiempo promedio para fallar también es llamado "tiempo promedio operativo" o "tiempo promedio hasta la falla".

- Tiempo promedio entre fallos (TMEF).

El tiempo promedio entre fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la confiabilidad constituye el $MTBF^3$, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se debe utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información (MANTENIMIENTOMUNDIAL@2008).

3.5.2. Mantenibilidad

La mantenibilidad es la probabilidad de que un aparato en fallo sea restaurado completamente a su nivel operacional dentro de un periodo de tiempo dado,

³ Mean time between failures: tiempo medio entre fallas.

cuando la acción de reparación se efectúa de acuerdo con procedimientos preestablecidos. Concepto de efectividad de un sistema que mide la facilidad y la rapidez con la que un sistema o un equipo puede ser restaurado a nivel operacional después de fallar (OGGP.TRIPOD@2008).

Un sistema es altamente mantenible cuando el esfuerzo asociado a la restitución es bajo. Sistemas poco mantenibles o de baja mantenibilidad requieren de grandes esfuerzos para sostenerse o restituirse (WIKIPEDIA@2008).

La mantenibilidad se relaciona con las reparaciones, es una medida vital para la predicción, evaluación, control y ejecución de las tareas correctivas o proactivas de mantenimiento (Mora, 2005, 49).

Las características de la mantenibilidad se determinan usualmente por el diseño del equipo, el cual establece los procedimientos de mantenimiento y la duración de los tiempos de reparación (Barringer, 1996, 4).

- Tiempo promedio para reparar (TPPR).

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos

prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño (MANTENIMIENTOMUNDIAL@2008).

3.5.3. Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

La disponibilidad es definida como el valor agregado de los productos en término de éxito del rendimiento de todos y cada uno de los elementos que componen las máquinas. Una disponibilidad óptima es la que asegura un acceso continuo a información crítica y evita el alto costo que significa una interrupción en el funcionamiento del sistema (HP@2006).

La medida de la disponibilidad implica la calidad y cantidad de desempeño con el máximo rendimiento de la tecnología.

Se define como la probabilidad de que un equipo funcione satisfactoriamente la función requerida en un momento dado, bajo condiciones operativas establecidas; se mide a partir de la confiabilidad y la mantenibilidad (Ebeling, 1997, 72) (Mora, 2005, 55). El tiempo total considerado puede incluir el tiempo de operación, tiempo activo de reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento preventivo, tiempo administrativo y tiempo logístico de acuerdo con el tipo de disponibilidad seleccionada (Blanchard y otro, 1995, 127).

3.5.4. Utilización

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

3.6. ANTECEDENTES EN LA EMPRESA

La disponibilidad es afectada principalmente por los mantenimientos correctivos por que estos pueden ocurrir en cualquier momento, y como no se esta preparado estos arreglos se demoran mucho tiempo. Muchos de estos daños se pueden evitar con un buen plan de mantenimiento. Cada máquina tiene su manual y en estos se especifican como deben ser los mantenimientos y con que frecuencia se deben hacer.

En el caso de las obras que se encuentran fuera de la ciudad, la comunicación con el taller es muy poca o sólo existe si el problema esta muy avanzado.

Los operadores de la maquinaria llenan a diario un informe de las condiciones iniciales y finales de la máquina donde contienen la información básica del equipo, un *check list* donde el operador debe revisar lo más básico de la máquina, tiene otro espacio para que llene el mecánico que la atendió, lleva también un lugar en donde el operador dice que hizo y cuanto se demoró en una actividad o si estuvo disponible o varado, finalmente el operador escribe lo que le siente a la máquina, sonidos, fugas, etc. Estos informes son entregados a un encargado que los debe hacer llegar al taller, pero muchas veces estos no son llenados, recogidos o mandados.

Los mantenimientos son programados por el asistente de equipos, que hace los pedidos para estos, pero cuando se carece de información es muy difícil realizar una labor de mantenimiento a tiempo y bien hecha.

Los operadores saben el horómetro al cual deben hacer mantenimiento y avisan al encargado de la obra, pero muchas veces no se puede parar la producción o simplemente no se encuentran disponibles los insumos para realizar el mantenimiento.

La información básica de los equipos se encuentra en carpetas, pero nada en medio magnético, por la misma necesidad llevar la información se pensó en una aplicación que manejara este tipo de maquinaria. Después de una evaluación se decidió realizar una aplicación en Excel que satisficiera las necesidades de este tipo de negocio. Este debe de integrar las necesidades básicas de un programa de mantenimiento llevar un control y una historia del trabajo de la maquinaria, debe presentar informes y debe facilitar la búsqueda de la información de la máquina.

La aplicación de Excel se llevará desde el Taller central situado en Sabaneta, Antioquia y será abastecido por medio de los reportes diarios que llenan los operadores. Para esta alimentación se debe formar una cultura de comunicación entre las obras y el taller.

En la empresa se lleva un mantenimiento de tipo preventivo cada 250 horas de trabajo y se le toma una muestra de aceite para llevar al laboratorio del proveedor de aceites de la empresa.

En el momento no se llevan indicadores por la falta de información. Con la aplicación que se diseñará se tendrán los datos correspondiente a cada máquina para poder llevar los indicadores de tiempo promedio entre fallos, tiempo promedio para reparar, disponibilidad y utilización.

Estos indicadores sirven para medir la eficiencia de la máquina, del taller y del uso que se le está dando a cada equipo dentro de las obras. Sirve también para la

toma de decisiones ya que estos justificarán el uso de una máquina en una obra determinada.

3.7. CONCLUSIONES

Se estudió la historia del mantenimiento y la importancia de este para la implementación dentro de la empresa, porque el mantenimiento le proporciona una mayor vida útil a la máquina disminuyendo también los tiempos de paro por averías que se pueden detectar a tiempo con los diferentes tipos de mantenimiento y reduciendo los costos de reparación por daños graves.

Se revisó la situación actual de la empresa para saber con qué información se cuenta a la hora de implementar la aplicación descubriendo que no se lleva ningún tipo de indicador y analizando cuales de estos aplicarían para este tipo de maquinaria, y poder visualizar de manera rápida las tendencias y comportamientos que un equipo presenta bajo condiciones determinadas para la toma de decisiones oportunas.

4. APLICACIÓN DE EXCEL

4.1. OBJETIVO

Diseñar una aplicación en Excel que permita programar, hacer seguimiento y obtener indicadores de los equipos con su respectivo manual de ayuda al usuario.

4.2. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se divide en tres partes. La primera hace referencia a la herramienta que se toma que es Excel, contando sus cualidades y el porqué sirve para esta aplicación de mantenimiento.

La segunda parte muestra imágenes de la aplicación de Excel diseñada para la programación, seguimiento y control del mantenimiento para Estyma S.A. dando un breve resumen de las funciones que tienen cada una de las partes de la aplicación y mostrando como funcionan.

La tercera parte de este capítulo consta del manual de la aplicación de Excel diseñada para la programación, seguimiento y control del mantenimiento para Estyma S.A. Este muestra el correcto funcionamiento y todas las funciones para las que fue diseñada la aplicación.

4.3. EXCEL

Excel es una aplicación del tipo hoja de cálculo, integrada en el entorno Windows y desarrollada por Microsoft, en la cual se combinan las capacidades de una hoja de cálculo normal, base de datos, programa de gráficos bidimensionales y

tridimensionales, lenguaje propio de programación y generación de macros; todo dentro de la misma aplicación. Las hojas de cálculo son, junto a los procesadores de texto, una de las aplicaciones informáticas de uso más generalizado y extendido.

Una hoja de cálculo es una especie de tabla cuyas casillas o celdas pueden contener: texto, valores numéricos, fechas y datos horarios, fórmulas o funciones matemáticas, que permiten determinar el valor de esta celda en función de los valores de otras celdas.

Además, un programa como Excel contiene un gran número de utilidades para introducir, formatear y presentar total o parcialmente el contenido de las hojas de cálculo.

Excel 2003 puede trabajar simultáneamente con un número ilimitado de hojas de cálculo siempre que la memoria del ordenador lo permita. Distintas hojas de cálculo se agrupan formando un fichero denominado libro de trabajo. Cada hoja puede contener hasta 65536 filas y 256 columnas, haciendo un total de 16.777.216 celdas. Las columnas se identifican mediante letras (A, B, C, ..., AA, AB, ..., IV), mientras que las filas son identificadas mediante números (1, 2, 3, ..., 65536).

Una casilla se identifica con la(s) letra(s) indicadoras de la columna, seguidas del número indicativo de la fila (por ejemplo: A2, R6, V165, AJ231, etc.)

Como se ha apuntado, con Excel se pueden guardar, manipular, calcular y analizar datos numéricos, textos y fórmulas; dicho programa permite además presentar rápidamente todos estos datos mediante gráficos de distinto tipo, que pueden ser creados sobre la misma hoja de cálculo o en otro fichero independiente. Estos gráficos pueden tener muchas formas (funciones, nubes de

puntos, diagramas de barras, de líneas, de tarta...) y estar representados en dos o tres dimensiones, dependiendo de las necesidades del usuario. Excel permite establecer relaciones entre los valores de distintas celdas y hojas, para realizar análisis de sensibilidad de forma rápida, recalculando toda la hoja al mínimo cambio que se efectúe en alguna de las celdas relacionadas. Cuenta con un lenguaje propio de programación (Excel Visual Basic) (EXCEL@2008).

Se ha escogido Excel como programa para la aplicación por varias razones: la empresa cuenta con la licencia de este programa, es fácil de manejar y posee la robustez necesaria para las necesidades de la aplicación que se desea diseñar.

4.4. APLICACIÓN EN EXCEL

La aplicación cuenta con un menú principal donde se pueden observar las diferentes flotas, los datos básicos, cronograma general y las horas trabajadas, además, un acceso directo al manual de ayuda del programa.

Ilustración 28. Menú principal.




4.4.1. Datos básicos

La ventana de datos básicos es la base de datos del programa, es donde se encuentra la información de cada una de las máquinas que se halla en la aplicación.

Contiene: código, descripción, datos generales de la máquina, datos de motor, series de equipos adicionales, dimensiones básicas, filtros, y lubricantes.

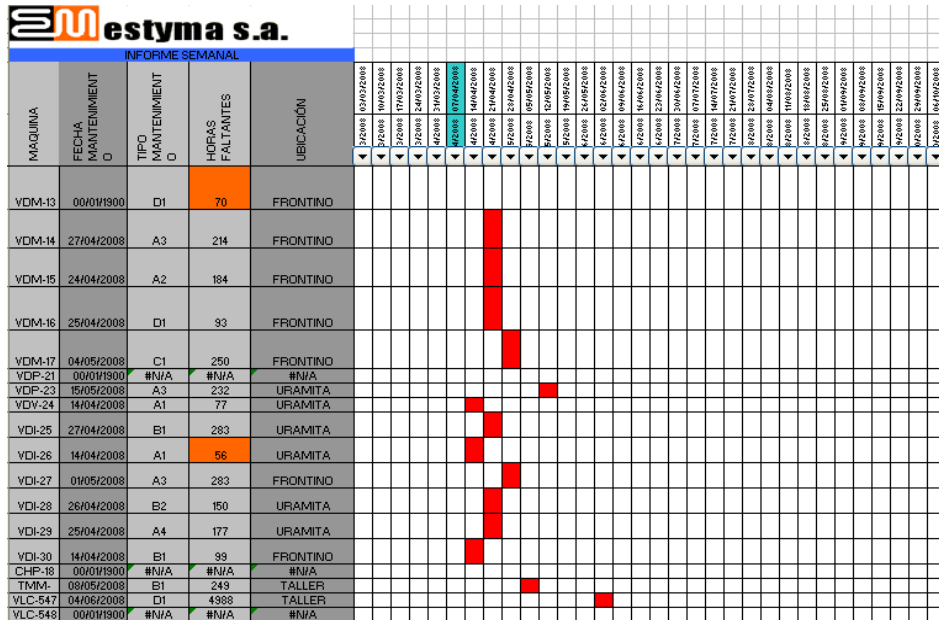
Ilustración 29. Datos básicos.

<div>  Estyma s.a. </div> <div>MANTENIMIENTO</div> <div>DATOS BÁSICOS DE LA I</div>									
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 21 DE NOVIEMBRE 2006									
DATOS GENERALES DE LA MÁQUINA									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE CHASIS	APREDO	AÑO	COLOR	PLACAS	FECHA DE COMR
BCA-01	BOMBA DE CONCRETO	ALLEMTOWN	P-30	63094			BEIGE		
BCA-05	BOMBA DE CONCRETO	ALLEMTOWN	P-20				BEIGE		
BCS-02	BOMBA DE CONCRETO	SCHWING	BP-750 RF	2518501			AMARILLO		
CBA-23	CAMION BOMBA HORMIGONERA	VORTTHINGTHON	BM-201	ZCNBM201FAN007361		1993	AMARILLO	T6173	
IA-23 CAM	CAMION BOMBA HORMIGONERA	VORTTHINGTHON	BM-201	ZCNBM201FAN007361		1993	AMARILLO	T6173	
CBP-12	CAMION BOMBA HORMIGONERA	PEGASO	233PR	YS12233D3G4GV0133		1995	OCRE	LAQ-320	
VLC-277	CAMION DE ESTACAS	CHEVROLET	NHR 729	SGDNH495338019630		2006	PLATA ESCUMA	SNO 277	12-Sep-07
CMA-22	CAMION DE MANTENIMIENTO	ASTRA	BM 201	ZCNBM201A7005		1983	AMARILLO	FTO-628	
VLD-03	CAMIÓN DELTA ESTACAS	DAIHATSU	V18LH4	V18-07261		1996	BLANCO	TKF 379	
VLD-16	CAMIÓN DELTA ESTACAS	DAIHATSU	V18L-HY	V18-02300		1994	BLANCO	TNB 959	
VLC-17	CAMIÓN DELTA ESTACAS	KIA	CERES 4X4	KNCSE125V6846170		1998	AZUL	TMH - 229	
VLC-18	CAMIÓN DELTA ESTACAS	CHEVROLET	NKR	SGDNH49568B00438		2006	AZUL	SNM 312	
CGP-13	CAMION GRUA	PEGASO	123PR	YS 1233PR8G9GZ0716		1995	BLANCO	LAO 823	
CRA-03	CAMION RIGIDO	ASTRA	BMF 308 F	ZCNMB308FAH 315043		1986	AMARILLO		
CRA-04	CAMION RIGIDO	ASTRA	BMF 308 F	ZCNMB308FAH 315069		1986	AMARILLO		
VLC-295	CAMIONETA LUV ESTACAS	CHEVROLET	LUV	SGDTFF5495B002578		2005	BLANCO		
VLC-547	CAMIONETA LUV ESTACAS	CHEVROLET	LUV D-MAX	8LB0TF7L707000957	91243593	2007	AZUL	SNM 547	
VLC-548	CAMIONETA LUV ESTACAS	CHEVROLET	LUV D-MAX	8LB0TF7L770000905		2007	AZUL	SNM 548	
VLC-836	CAMPERO	CHEVROLET	TROOPER	USC39812		1993	VINO TINTO	ITN 836	
VLC-853	CAMPERO	CHEVROLET	TROOPER	USC39419		1993	ROJO	MLI 853	

4.4.2. Cronograma general

En el cronograma general se puede ver la programación de los mantenimientos dividido por semanas. También se puede observar que día, tipo de mantenimiento, las horas que le faltan para el mantenimiento y la obra en la cual se encuentra.

Ilustración 30. Cronograma general.



4.4.3. Horas trabajadas

Esta sección está dividida en dos tablas que contienen la maquinaria, en la primera tabla se encuentran; bombas, camiones, cargadores, camperos, compactadores, compresores, excavadoras, grúas y merlos y motosoldadores. En la segunda tabla se encuentra: motoniveladoras, plantas eléctricas, retroexcavadoras, terminadoras asfálticas, tractores, volquetas y plantas de proceso.

Ilustración 31. Horas trabajadas.

HORAS TRABAJADAS, DISPONIBLES Y VARADAS	
TABLA 1	BOMBAS, CAMIONES, CARGADORES, CAMPEROS, COMPACTADORES, COMPRESORES, EXCAVADORAS, GRUAS Y MERLOS, MOTOSOLDADORES
TABLA 2	MOTONIVELADORAS, PLANTAS ELECTRICAS, RETROEXCAVADORAS, TERMINADORAS ASFALTICAS, BULLDOZERS, VOLOUETAS, PLANTAS DE PROCESO
MENU PRINCIPAL	

Dentro de las tablas se puede cambiar la información según lo que se necesite gracias a los filtros que contienen las tablas dinámicas.

Ilustración 32. Tabla dinámica.

AÑO		2		TABLA 1													
MES		3															
OBRERA		URAMITA		YOLVER		TABLA 2		INDICADORES									
FLOTA		(Todas)															
MAGUINA		Datos															
CLC-05				CLC-06				CLC-04				CNC-01				CNC-02	
FECHA	HT	HD	HV	HT	HD	HV		HT	HD	HV		HT	HD	HV		HT	
01/03/2008									6	0	0						
02/03/2008									9	0	0		6	0	0		0
03/03/2008	8								16	0	0		0	0	0		8
04/03/2008	1	5	0						17	0	0		4	0	4		0
05/03/2008	2	4	0						17	0	0		3	3	0		4
06/03/2008	0	6	0						14	0	0		5	1	0		0
07/03/2008	3	0	0						23	0	0		5	1	0		0
08/03/2008	1	5	0						22	0	0		8	0	0		0
09/03/2008	1	0	7	7	0	0	0		16	0	0		0	6	0		0
10/03/2008	0	0	8	10	0	0	0		22	0	0		3	3	0		0
11/03/2008	0	0	8						24	0	0		3	3	0		0
12/03/2008									24	0	0		0	0	0		8
13/03/2008									14	0	0			0	0		8
14/03/2008	0	6	0	11	0	0	0		12	0	0		0	0	0		8
15/03/2008	1	5	0	8	0	0	0		11	0	0						
16/03/2008				0	0	8	9		9	0	0						
17/03/2008	3	2	0	0	0	8	12		0	8	0						
18/03/2008	3	3	0	0	0	8	13		0	0	0						
19/03/2008	6	0	0	0	0	8	7		0	0	0						
20/03/2008																	
25/03/2008	6	0	0	0	0	0	8		14	0	0						
26/03/2008				0	0	8	17		0	0	0						
27/03/2008				0	0	8	23		0	0	0						
28/03/2008				0	0	8	22		0	0	0						
29/03/2008	2	4	0	0	0	0	8		19	0	0						
30/03/2008	2	4	0	0	0	0	8		17	0	0						
31/03/2008	13	0	0	0	0	0	8		14	0	0						
Total general	54	43	23	47	0	88	114		0	0	0	37	17	36			

Dentro de la tabla dinámica se puede acceder a los indicadores de las máquinas previamente seleccionadas con los filtros.

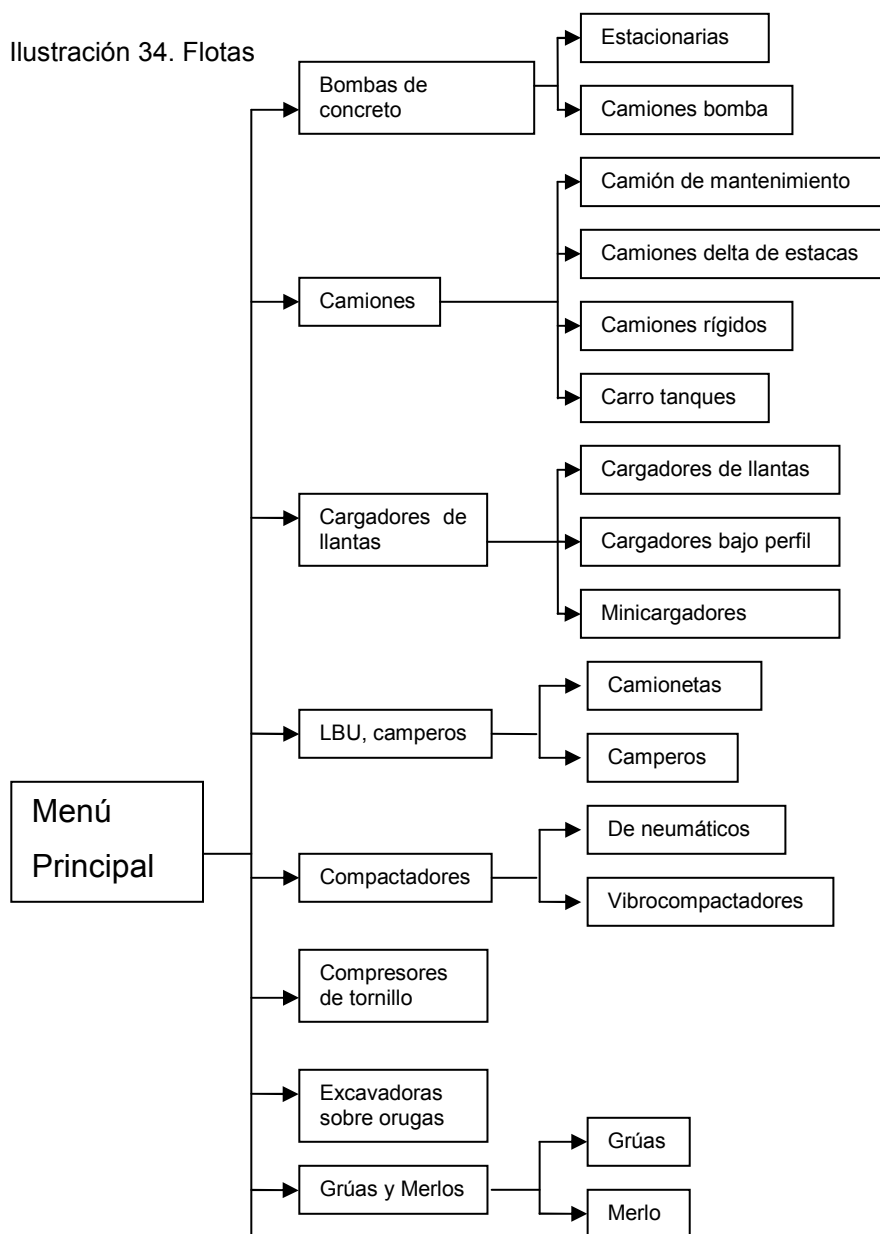
Ilustración 33. Indicadores.

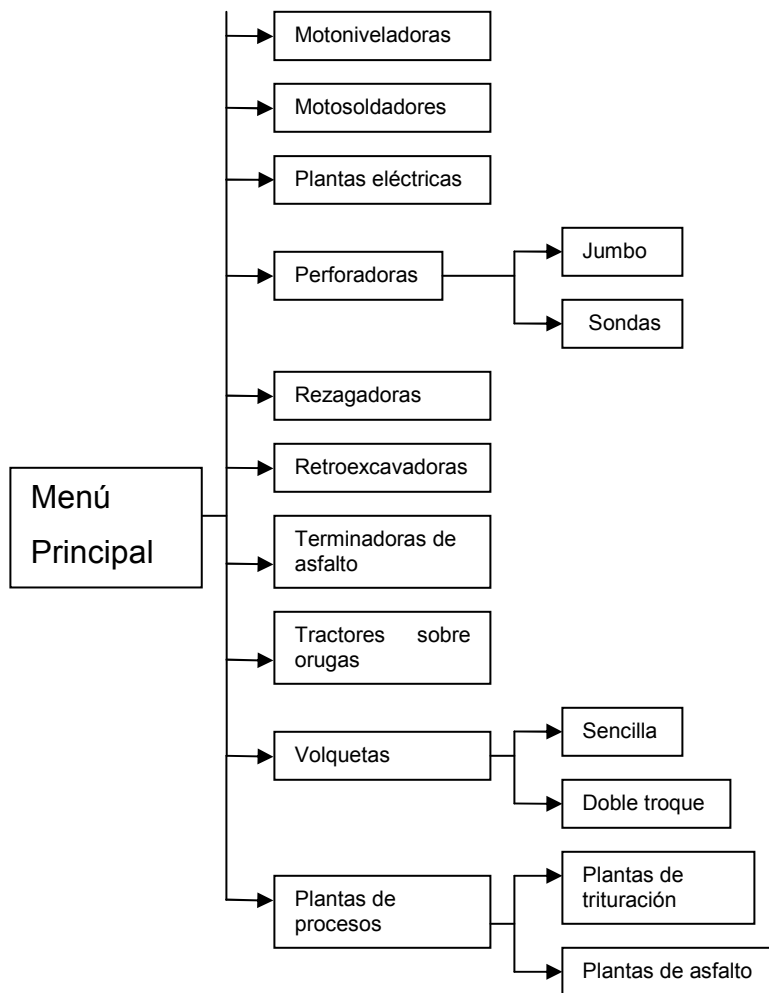
ANO	2008																	
MES	3																	
OBRA	URAMITA	VOLVER																
FLOTA	(Todas)																	
CID-05		CLC-06			CLC-14			CNC-01			CNI-02						C	
HT	HD	HY	HT	HD	HY	HT	HD	HY	HT	HD	HY	HT	HD	HY	HT	HD	HY	H
HORAS	54	43	23	47		88	414		37	17	36	8	43					
DISPONIBIL	45,00%	35,83%	19,17%	34,81%		65,19%	100,00%		41,11%	18,89%	40,00%	15,69%	84,31%					
CONFIABIL	80,83%			34,81%			100,00%		60,00%			100,00%						

4.4.4. Flotas

La maquinaria está dividida por flotas o familias de máquinas, para una ubicación fácil de cada una de ellas.

Ilustración 34. Flotas





Cada flota contiene los códigos de la maquinaria perteneciente a dicha flota con acceso a cada máquina.

Ilustración 35. Listado de maquinaria.

estyma s.a. GUIA DE MANTENIMIENTO

LISTADO DE MAQUINARIA

EXCAVADORAS SOBRE ORUGAS

<u>EOC-01</u>	<u>EOC-12</u>	<u>EOK-18</u>
<u>EOC-02</u>	<u>EOC-13</u>	<u>EOK-19</u>
<u>EOC-04</u>	<u>EOC-14</u>	<u>EOK-20</u>
<u>EOC-05</u>	<u>EOC-15</u>	
<u>EOH-10</u>	<u>EOC-16</u>	
<u>EOH-11</u>	<u>EOC-17</u>	

GUARDAR Y SALIR

Esta hoja calcula la fecha del próximo mantenimiento con la base en las horas trabajadas, con las cuales se alimenta el programa. Es necesario también decirle al programa cuando fue el último mantenimiento, a que horómetro y de qué tipo fué, esto para ver los insumos del próximo mantenimiento.

En las únicas celdas que se puede escribir es en las de color verde, las demás contienen fórmulas, se calculan automáticamente y están protegidas contra escritura.

Ilustración 36. Control de mantenimiento.

estyma s.a.												CONTROL MANTENIMIENTO			
MAQUINA:		EOC-14										PROXIMO MANTENIMIENTO		10/04/2008	
OBRA		LOMA HERMOSA										TIPO		BT	
												SI:			
FILTRO MOTOR	CANT.	FILTRO HIDRAULICO	CANT.	TRANSMISION	CANT.	AIRE PRIMARIO	CANT.	AIRE SECUNDARIO	CANT.	COMBUSTIBLE PRIMARIO	CANT.	COMBUSTIBLE SECUNDARIO			
1R-071L-B-99	1					PA-2502-1421039	1	PA-2503-1421404	1	1R-0742-P550425	1	1R-0770-BF-1 SP			
MOTOR 15V40	CANT.	HIDRAULICO	CANT.	TRANSMISION	CANT.	MANDOS FINALES	CANT.	REFRIGERANTE	CANT.						
	9,4														
GUIA DE MANTENIMIENTO						LISTADO DE MAQUINARIA									
FECHA	INICIO	TERMINO	DISPONIBLE	VARADO	OBRA	Horas trabajadas	HR/DIA	horometro proximo manten.	HORAS FALTANTES	Fecha aproximada proximo manten	fecha mantenimiento realizado	HORAS	ULTIMO MANTEN		
14/03/2008	9352	9363			LOMA HERMOSA	11	10,33		157						
15/03/2008	9363	9373			LOMA HERMOSA	10	10,00		147						
17/03/2008	9373	9383			LOMA HERMOSA	10	10,33		137						
19/03/2008	9383	9392			LOMA HERMOSA	9	9,67		128						
19/03/2008	9392	9399			LOMA HERMOSA	7	8,67		121						
22/03/2008	9399	9405			LOMA HERMOSA	6	7,33		115						
25/03/2008	9405	9415			LOMA HERMOSA	10	7,67		105						
26/03/2008	9415	9423			LOMA HERMOSA	8	8,00		97						
27/03/2008	9423	9431			LOMA HERMOSA	8	8,67		89						
28/03/2008	9431	9440			LOMA HERMOSA	9	8,33		80						
30/03/2008	9440	9443			LOMA HERMOSA	3	6,67		77						
31/03/2008	9443	9452			LOMA HERMOSA	9	7,00	9520	68	10/04/2008					

La hoja de control de mantenimiento consta de: código de la máquina, fecha del próximo mantenimiento, tipo del próximo mantenimiento, filtros, lubricantes, listado de maquinaria, guía de mantenimiento, fecha, inicio, finalización, horas disponibles, horas varadas, horas trabajadas, hr/día, horómetro próximo mantenimiento, horas faltantes, fecha aproximada, próximo mantenimiento, fecha mantenimiento realizado, horas, último mantenimiento, próximo y observaciones.

De esta hoja se tiene acceso directo a las guías de mantenimiento que son un *check list* de acciones que se le deben hacer a la máquina en los mantenimientos preventivos como cambios de aceite, filtros y revisiones.

Ilustración 37. Mantenimiento preventivo.

Estyma s.a.		MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
GUIA DE MANTENIMIENTO		FECHA: 3-11-2007			
EQUIPO: EXCAVADORA		NUMERO INTERNO: EOC-14			
C = CAMBIAR R = REVISAR E = EJECUTAR		HOROMETRO: 8292			
		B2			
ITEM	FUNCION	ESPECIFICACIONES	00	00	00
1	LIMPIEZA GENERAL DE EQUIPO		E	E	E
2	CAMBIO DE ACEITE MOTOR		C	C	C
3	CAMBIO FILTRO ACEITE MOTOR		C	C	C
4			C	C	C
5	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA		R	C	C
6	REV / CAMBIAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		C	C	C
7	CAMBIA FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		R	R	C
8	LIMPIAR TAPA Y REJILLA TANQUE COMB.		E	E	E
9	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		E	E	E
10	REV / CAMBIAR REFRIGERANTE		R	R	R
11	REV / AJUSTAR CORREAS VENT. Y ALT.		R	R	R
12	AJUSTAR VALVULAS DE MOTOR				E
13	SINCRONIZACION DE INYECCION			C	C
14	CAMBIA FILTROS HIDRAULICOS		R	R	C
15	REV / CAMBIAR ACEITE HIDRAULICO		R	R	C
16	REV / CAMBIAR ACEITE MANDOS FINALES.		R	R	R
17	REV / CAMBIAR ACEITE MOTOR DE GIRO		R	R	R
18	REV / TENSION DE CADENAS Y CARPILES				E
19	RETORQUEADA GENERAL DE TORNERIA		E	E	E

4.5. MANUAL

El manual contiene toda la explicación de la instalación, uso y modificaciones de la aplicación diseñada para la programación, seguimiento y control del mantenimiento para Estyma S.A.

El manual muestra paso a paso el uso de cada una de las herramientas que contiene la aplicación con ejemplos e ilustraciones para un fácil manejo y entendimiento (ANEXO A).

4.6. CONCLUSIONES

Se diseño una aplicación en Excel para la programación, seguimiento y control del mantenimiento para Estyma S.A. encontrando que se tenía muy poca información en medio magnético lo que dificultó mucho el conseguir los datos de toda la maquinaria para generar la base de datos.

Con esta aplicación se agilizan considerablemente las labores de mantenimiento, además son más precisas las predicciones para una correcta programación de los mecánicos e insumos que se necesitan en cada uno de los tipos de mantenimiento.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. OBJETIVO

Concluir los principales resultados del desarrollo de la aplicación en Excel para la programación, seguimiento y control del mantenimiento y su aporte en el desarrollo de la empresa.

5.2. INTRODUCCIÓN

En el capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones generadas a partir del desarrollo del proyecto.

La última parte presenta propuestas para futuros proyectos de grado referentes a este tema.

5.3. CONCLUSIONES

En Estyma S.A., se cuenta con una gran variedad de maquinaria, desde equipo menor hasta maquinaria pesada, lo que le permite ejecutar distintos tipos proyectos sin importar el tamaño, contando con un taller bien dotado de personal calificado y herramientas adecuadas.

Los manuales de los fabricantes tienen gran importancia dentro del mantenimiento, porque contienen toda la información sobre cada uno de los componentes que poseen las máquinas, describiendo paso a paso las labores que se deben ejecutar y cada cuanto se deben realizar.

Los indicadores permiten medir los tiempos de la maquinaria para la toma de decisiones en el instante adecuado. También permiten un control y seguimiento dentro de cada una de las distintas obras. Los indicadores escogidos fueron: tiempo promedio entre fallos, tiempo promedio para reparar, disponibilidad y utilización, ya que estos son los principales para la toma de decisiones con la información con la que se cuenta.

Se incluyeron en la aplicación formatos de calidad de la empresa por su importancia en el control de la maquinaria y el proceso de certificación de la empresa.

Un correcto mantenimiento permite aumentar la vida útil de la maquinaria, sacándole mayor provecho a la inversión, disminuyendo los tiempos de paro por daños que pueden ser detectados con anterioridad durante los mantenimientos preventivos, evitando un mayor costo en los arreglos de mayor magnitud.

Se obtuvo la información para la base de datos de la aplicación, agilizando la consecución de información sobre la maquinaria al tenerlos en medios magnéticos, de forma accesible para cualquier usuario de la empresa.

Antes en la empresa no se manejaba información magnética con respecto a las labores de mantenimiento por lo tanto el control y seguimiento de la maquinaria no se llevaba, ahora con la aplicación se sabe en donde esta cada una de las máquinas, cuanto han trabajado en cada obra, cuanto les falta y aproximadamente cuando es el mantenimiento de esta, sabiendo los insumos necesarios para cada tipo de mantenimiento.

Se desarrolló una aplicación la cual permite la programación, seguimiento y control del mantenimiento en función de las necesidades que posee la empresa, de fácil

manejo para cualquier persona que tenga conocimientos básicos de Excel que es una herramienta con la cual cuenta la empresa.

Se aumentó la certeza en la realización de los mantenimientos en fechas, lugares e insumos consumidos, llevando un seguimiento y un control que antes no se llevaba.

Se lleva un control de las horas trabajadas, disponibles y varadas de cada máquina lo que facilita las labores de cobro hacia las obras y generando indicadores para determinar si una maquina justifica estar en una determinada obra.

5.4. RECOMENDACIONES

El equipo menor debe ser tenido en cuenta para las labores de mantenimiento y de cobro a las obras, ya que este equipo también es de alto costo y al no tenerlos en cuenta se deben hacer reposiciones muy seguidas.

Se debe llevar un control más significativo con respecto al los lubricantes en el manejo y en el control de fugas, porque estos son muy costosos y muchos de ellos son aceites especiales.

La capacitación al personal del taller debe ser más constante para estar enterando de las nuevas tecnologías que traen las nuevas máquinas adquiridas por la empresa.

El equipo que entre al taller por cualquier tipo de reparación debe ser diagnosticado independientemente si va ser intervenido inmediatamente o si queda pendiente de reparación.

Llevar un control de las piezas que se le quitan a la maquinaria pendiente de reparación para desvarar equipos que están en funcionamiento, para saber a la hora de armar la máquina que piezas faltan y en que otros equipos se encuentran.

Para que los mantenimientos sean mejor realizados se les debe explicar a los mecánicos el porqué se deben hacer y cómo se deben realizar las inspecciones que en la guía aparecen para que todas las tareas sean realizadas correctamente.

5.5. POSIBLES PROYECTOS

Los posibles proyectos a realizar en un futuro, debido a la necesidad de la empresa Estyma S.A. son:

Banco de pruebas hidráulicas.

Banco de pruebas para motores tanto eléctricos como mecánicos.

Banco de pruebas para inyectores.

Calculo y montaje de puente grúa.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barriger, H. Paul. *Availability, Reliability, Maintainability, and Capability*. P.E. Barringer & Associates, Inc. Humble, TX. 1996.

Blanchard, Benjamin S; Verma, Dinesh y Otros. *A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*. New York, 1995. Editorial John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 0486438678.

Caterpillar, Manual de operación y mantenimiento Excavadora 320C, SSB07342-03, julio 2003.

_____, *Parts manual 320C & 320C L Excavators*, SEBP3884, marzo 2003.

Ebeling, Charles. *Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York, 1997. Mc Graw Hill. ISBN: 1577663861.

Escobar, Luis; Villa, Enrique y Otros. Confiabilidad: Historia, estado del arte y desafíos futuros. Medellín, Noviembre, 2003. Revista DYNA. ISBN: 0012-7353

Estyma, Archivo, citado 2008

Knezevic, Jezdimir. Mantenimiento. Madrid, 1996. Editorial Universitas. ISBN:

Mora Gutiérrez, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Medellín, Noviembre, 2005. AMG. ISBN: 958-33-8218-3.

Torres, Leandro Daniel. Mantenimiento- su implementación y gestión. Argentina, 2005. Editorial Isdefe. ISBN: 84-89338-09-4.

Vallejo Jaramillo, Juan S. Desarrollo, Validación, Contraste y Pronóstico del Cálculo CMD. Medellín, 2004.

REFERENCIAS INTERNET

COAAT, 2008 [En línea]. [Colegio oficial de aparejadores y arquitectos técnicos de Sevilla]. [Citado el 24 de enero de 2008]. Disponible en Internet:

http://www.coaat-se.es/revistaApa/lectura/numero_60/60_p60.html

CURSOS, 2008 [En línea]. [Mailxmail]. [Citado el 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:

<http://www.mailxmail.com/curso/vida/mantenimientohospitalario/capitulo1.htm>

EXCEL, 2008 [En línea]. [Aprenda Excel 200 como si estuviera en primero]. [Citado el 10 de abril de 2008]. Disponible en Internet:

<http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/Excel2000/Excel2000.pdf>

HP, 2008 [En línea]. [HP]. [Citado el 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:

www.hp.com

MANTENIMIENTO MUNDIAL [En línea]. [Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento]. [Citado el 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/propulsores.asp>

MOTO, 2008 [En línea]. [Como trabajar con motoniveladoras articuladas]. [Citado el 24 de enero de 2008]. Disponible en Internet:

<http://members.fortunecity.es/100pies/trabajos/niveladoras.htm>

OGGP.TRIPOD, 2008 [En línea]. [Tripod]. [Citado el 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:

<http://oggp.tripod.com/teoria2/mantenibilidad1.html>

SOLOMANTENIMIENTO, 2008 [En línea]. [Solo Mantenimiento]. [25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:

http://www.solomantenimiento.com/m_confiabilidad_crm.htm

WIKIPEDIA, 2008[En línea]. [Wikipedia]. [Citado el 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenibilidad>

http://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_vehicle

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE USUARIO.

El manual se entrega como documento adjunto con el proyecto.